Aus dem anatomischen Institut zu Giessen.

DAS

ELASTISCHE GEWEBE DES HERZENS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN LUDEWIGS-UNIVERSITÄT ZU GIESSEN

VORGELEGT VON

LUDWIG SEIPP
APPROB. ARZT AUS LOLLAR.

GIESSEN 1895.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1895.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538110_0022

Gelegentlich im anatomischen Institut angestellter Versuche über die Brauchbarkeit der Orceintinktion zum Nachweise der topographischen Anordnung des elastischen Gewebes in verschiedenen Organen gab mir Herr Professor Dr. Bonnet die Anregung, diese Methode zur Untersuchung des elastischen Gewebes im Kreislaufsapparate zu prüfen. Die guten Präparate, welche ich erhielt, ermutigten mich zu einer systematischen Untersuchung über Menge und Anordnung des elastischen Gewebes vor allem im Herzen, um mittelst dieses geradezu als Reagens auf elastisches Gewebe verwendbaren Farbstoffs ältere Angaben auf ihre Richtigkeit zu prüfen und möglicherweise zu ergänzen und zu erweitern.

Eine gleich systematische Durcharbeitung der Blutgefässe hätte, wie sich bald zeigte, wegen der ausserordentlich variablen Verhältnisse in Menge und Anordnung der elastischen Elemente in den einzelnen Arterien und Venen das Mass der mir zur Fertigstellung dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Zeit weit überschritten. Ich muss mich also auf einige allgemeine Notizen und die Vorlage einiger nach meinen Präparaten hergestellter Abbildungen beschränken, welche die ausserordentliche Variabilität im Bau der einzelnen Blutgefässe inbezug auf das elastische Gewebe in Quer- und Längsschnitten zur Genüge illustrieren und die Vorzüglichkeit der Orceintinktion zur klaren Darstellung des elastischen Elements in den Blutgefässen beweisen werden.

Untersuchungsmethoden zum Nachweise elastischen Gewebes.

Die Untersuchungsmethoden zum Nachweise des elastischen Gewebes in den verschiedenen Organen waren bis vor verhältnismässig kurzer Zeit ebensowenig zahlreich als einfach. Mit dem regeren Interesse, welches sich in neuerer Zeit dem Studium des elastischen Gewebes zugewandt hat, sind auch eine Menge neuer Methoden ausgebildet worden, deren vollständige Zusammenstellung inanbetracht der in vielen Zeitschriften zerstreuten Aufsätze vielleicht nicht unerwünscht sein dürfte.

Meist begnügte man sich früher mit der alten klassischen Methode des Zusatzes von Säuren oder Alkalien. Einem zerzupften Stückchen des betreffenden Organes wurde etwas verdünnte Essigsäure oder Kalilauge in verschiedenen Konzentrationen zugesetzt, um damit Menge, Anordnung und Kaliber der elastischen Fasern in einem Organ zu erschliessen, oder man fertigte wohl auch bis vor Kurzem Querschnitte von getrockneten Organen an, die man dann in derselben Weise behandelte (1).

In allerneuester Zeit erst macerierte man zur Darstellung elastischer Fasernetze, elastischer Häute und gefensterter Membranen die betreffenden Arterienstücke in einer Mischung von gleichen Teilen einer konzentrierten wässerigen Zuckerlösung und 3% Essigsäure mehrere Tage lang und zerzupfte und betrachtete dann das Präparat in Wasser oder Glycerin (2).

Die künstliche Verdauungsmethode mit Pepsin, nach Kühne's (3) Angabe von Andrejevicz zur Darstellung elastischer Fasern im gelockerten Bindegewebe benutzt, wurde bald von mehreren Seiten und von verschiedenen Gesichtspunkten aus zur Untersuchung des elastischen Gewebes angewandt. So von Stirling (4) zum Nachweis der Anordnung des elastischen Gewebes in der Hundehaut; von His, wie Pfeuffer (9) angiebt, von Kühne und Ewald (5), Ewald (6), Burg (7), Schwalbe (8), Unna (10), Mall (11) und Kuskow (12).

Diese Arbeiten förderten zwar manches interessante und neue bezüglich der Struktur und Herkunft, sowie der chemischen Reaktion des elastischen Gewebes gegen künstliche Verdauung mit Pepsin, Trypsin, Pepsinoxalsäure, sowie gegen Kochen und diverse Säuren, Alkalien, Fäulnis u. a. m. zu Tage, gaben aber über die topographische Anordnung elastischer Elemente in Organen mit Ausnahme der Stirlingschen Arbeit keinen genügenden Aufschluss.

Alle diese Methoden verändern oder zerstören selbstverständlich das gegenseitige Verhältnis der ein Organ aufbauenden Elemente mehr oder weniger vollständig. Es lag also nahe, nach Mitteln zu suchen, die neben guter Erhaltung der übrigen Gewebe auch die elastischen Elemente scharf darzustellen erlaubten.

So hatte schon früher O. Hertwig (13) bei seinen Studien über die Entwickelung des elastischen Gewebes durch Behandlung seines Objektes, des elastischen Knorpels, mit Osmiumsäure sein Ziel zu erreichen gesucht, während L. Gerlach (14) irrtümlicherweise mit der Anwendung von Goldchlorid das erste Auftreten der elastischen Fasern im Knorpel nachweisen zu können glaubte, mit einer Methode, deren Wertlosigkeit und Unzuverlässigkeit zu diesem Zweck Heller (27) genügend klargestellt hat.

Den besten Erfolg bezüglich des Nachweises der elastischen Elemente in den Organen hatten aber die Tinktionsmethoden, speziell die Tinktionsmethoden mit Anilinfarben, denen wir ja auch nach so vielen anderen Richtungen hin die wertvollsten Aufschlüsse verdanken, und die bezüglich vieler histologischer Fragen geradezu den Wert von Reagentien bekommen haben.

Weniger präcise Resultate giebt die von Ranvier a. a. O. S. 319 empfohlene Pikrokarminfärbung, welche die elastischen Fasern gelb im roten Bindegewebe zeigt.

Die erste Anwendung von Anilinfarben zur Färbung elastischer Elemente hat wohl v. Ebner (15), (16) anfangs der siebziger Jahre gemacht. Er zeigte, dass Anilinrot (Fuchsin) die elastischen Fasern der Gefässe färbt. Renaut (17) benützte zum Färben des elastischen Gewebes Purpurin, Schäfer (18) Magentablau. Die Färbung nach Baltzer (19) mit Eosinkalilauge liefert zwar sehr schöne Bilder, zerstört aber ausser den elastischen Fasern alle anderen Gewebe und verändert auch die Form und Lageverhältnisse des elastischen Gewebes. Ferner zerfallen die Schnitte nach der Behandlung mit Kalilauge sehr leicht. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die mit dieser Methode hergestellten Präparate gewöhnlich schon nach einem Monat undeutlich werden.

Unna's (20) Methode giebt gleichfalls sehr gute Bilder und zwar ohne Zerstörung der nicht elastischen Gewebe, aber die Differenzierung der elastischen Fasern erfordert grössere Übung und die ganze Prozedur ist etwas umständlich, ein Nachteil, der auch der Lustgartenschen (21) Färbung elastischen Gewebes mit Viktoriablau anhaftet, die, nebenbei bemerkt, sehr unsichere Resultate zu geben scheint.

Manchot (22) färbt seine Schnitte eine halbe Stunde lang in einer konzentrierten wässerigen Fuchsinlösung, spült in Wasser ab und überträgt sie dann in eine mit gewöhnlicher Schwefelsäure angesäuerte Zuckerlösung von Glycerinkonsistenz (2—3 Tropfen H_2SO_4 auf 10 ccm Zuckerlösung). In der Zuckerlösung entfärben sich alle Gewebe mit Ausnahme des elastischen, das somit scharf und klar bis in die feinsten Fasern hervortritt, nach Manchot namentlich dann, wenn die Schnitte längere Zeit, bis zu 12 Stunden und mehr, in der sauren Zuckerlösung verblieben waren. Die Präparate werden in nicht angesäuerter Zuckerlösung unter das Deckglas gebracht. In Celloidin eingebettete Präparate müssen nach Manchot von Celloidin befreit werden, weil in diesem das Fuchsin sehr fest haftet. Da die mit dieser Methode hergestellten Präparate nach einiger Zeit keine

scharfen Bilder mehr geben, sondern nur noch bei schwachen Vergrösserungen zum Studium der topographischen Verhältnisse brauchbar sein sollen und oft schon nach einigen Stunden abblassen, modifizierte Zwingmann (23) das Manchotsche Verfahren, indem er dickere Schnitte stundenlang bis zu einem halben Tag, dünnere dagegen von 5—15 μ mindestens über Nacht, sogar bis zu zwei und mehr Tagen in einer wässerigen Lösung von Fuchsin überfärbte, die etwa eine Messerspitze voll des von Hesterberg in Berlin bezogenen Fuchsins auf ca. 30 ccm Aqua destillata enthält und öfters geschüttelt sowie nach einigen Stunden filtriert werden muss. Die gefärbten Schnitte werden in Wasser abgespült und dann in eine angesäuerte und filtrierte Zuckerlösung (2 Tropfen $H_2 SO_4$ auf 5 ccm Zuckerlösung) übertragen, die 20—30 gm pulverisierten Rohrzucker auf 20 ccm aqua destillata enthält. Die Dauer des Verweilens der Schnitte richtet sich nach der jeweiligen Dicke des Präparates. Dickere Schnitte von 30 und mehr μ blieben 1—4, solche von 10 μ 1/4—1 oder 2 Stunden in der Lösung. Da es sich aber nicht genau bestimmen lässt, ob in jedem Falle in 1/4 Stunde die Präparate genügend entfärbt sind, so ist es angezeigt, mehrere Schnitte zu gleicher Zeit in die angesäuerte Zuckerlösung zu übertragen. Längere Entfärbung wird widerraten. Hierauf kommen die zwischen feinem Fliesspapier vollständig von der sauren Zuckerlösung befreiten Schnitte zur Entwässerung hintereinander in 3 oder 4 mit Alcoh. absol. gefüllte Schälchen. In jedem derselben verweilen dünnere Schnitte 5—8, dickere 10—15 Sekunden und geben noch Farbstoff ab, der aber hauptsächlich dem Celloidin, dem noch nicht entfärbten Bindegewebe und den glatten Muskeln entzogen wird. Aus dem Alcoh. absol. werden die Schnitte dann weiter in Xylol übertragen, wo sie sich entweder von selbst oder mit geringer Nachhilfe glatt ausbreiten. Das Einschliessen erfolgt in Xylolkanadabalsam.

Die Färbung der vollkommen dauerhaften Präparate soll noch schärfer als bei den Manchotschen Präparaten sein. Safraninfärbungen in verschiedenen Modifikationen nach vorheriger Fixierung in Alkohol, Osmiumsäure oder Chromsäure werden zum Nachweise elastischen Gewebes von Martinotti (24), Griesbach (25), Ferria (26), Heller (27), Acconci (28), Dührssen (29), Gallenga (30), Carbonelli (31) und Mibelli (32) verwendet.

Auch O. Schultze und Stöhr sollen nach einer Notiz v. Kölliker's (33) Safraninfärbungen nach vorheriger Fixierung der Objekte in Flemmingscher Lösung zur Darstellung elastischer Fasern selbständig und unabhängig von einander benützt haben. Ihre Methode ist aber meines Wissens nicht publiziert worden.

Der Erfolg aller dieser Safraninfärbungen ist von der Anwendung geeigneten Safranins abhängig und somit ein sehr wechselnder.

Köppen (34) färbte elastische Fasern in sehr dünnen, nicht über 7 m dicken Schnitten, die auf 24 Stunden und mehr in absolutem Alkohol gelegen hatten, in einem Gemisch von 5 Teilen konzentrierter alkoholischer Lösung von Krystallviolett (Hexamethyl-Pararosanilin), 5 Teilen acid. carbol. und 100 Teilen Aqua destillata. Nach Färbung kommen die Schnitte für 2 Minuten in Jodjodkalilösung (1 : 2,0 : 300,0) und werden hierauf für 5 Minuten in einer 10% wässerigen Kochsalzlösung hin- und herbewegt. Dann Entfärbung in Alcoh. absol. bis das Haupt- und Zwischengewebe in seinem ursprünglichen oder leicht gelblichen Ton zum Vorschein kommt. Aufhellung in Thereban, Einschluss in Xylolbalsam. Durch längeres Verweilen in Alkohol werden die elastischen Fasern wieder entfärbt.

Burci (35) benutzte zu gleichen Zwecken Aurantia, mit weniger Erfolg Safranin.

Hansen (36) kontrolierte seine mit Safraninfärbung erhaltenen Untersuchungsresultate das elastische Gewebe in der Haut vom Hunde, Menschen und Kaninchen betreffend mit der von Heller benutzten Färbungsmethode mit Alaunkarmin — Dahlia-Alaunkarmin. Die lebenswarmen Objekte werden in Flemmingscher Lösung fixiert und in Alkohol nachgehärtet. Hierauf 24stündige Totalfärbung in Alaunkarmin, Auswässern etc. und Paraffineinbettung. Die möglichst feinen Schnitte kommen für etwa 86 Stunden in eine Lösung von Dahlia oder Methylviolett 0,2; Aq. dest. und Alkohol 95% aā 10,0. M. S. A. Acid. nitric. 2,0 Aq. dest. 18,0; Alkohol 95% 10,0. Hierauf Wasser Alkohol und Nachfärbung für ca. 13 Stunden in Alaunkarmin. Erfolg: elastische Fasern blau, Kerne blassrot, Grundsubstanz fast ungefärbt.

Schon Virchow hatte in seiner Cellularpathologie ebenso wie später Yunge (37) bemerkt, dass sich bei der Argyrie die elastischen Fasern überraschend leicht schwärzen. Die chemische Affinität elastischer Elemente zu Silbernitratlösungen wurde denn auch von v. Recklinghausen (38) und Adler (39) betont. Gleichwohl hatten Blaschko (40) und Lewin (41) mit der Höllensteinmethode keinen befriedigenden Erfolg bei der Untersuchung der elasstichen Fasern der Haut.

Mit einigen Modifikationen wurde die Imprägnierung der elastischen Fasern durch eine Silbernitratlösung später von Carlo Martinotti (42) zur Untersuchung der Haut, Muskeln, Eingeweide etc. benutzt.

Organstücke im Durchmesser von 2—3 cm werden auf 24 Stunden in eine 2% Lösung von arseniger Säure (für Periost, Muskelinsertionen am Knochen besser in eine 4% Lösung und Anwendung einer Temperatur von 50°) gelegt. Dann für 5—15 Minuten in Müllersche Flüssigkeit und darauf für 1—2 Tage jedes Stück einzeln in ein Glycerinsilbergemisch

gebracht, das aus 2 g Silbernitrat gelöst in 3 ccm destilliertem Wasser und 15—20 ccm reinsten Glycerins von 30° besteht.

Die Präparate werden dann gewaschen und in mehrmals erneutem Alkohol gehärtet. Die Schnitte werden in eine Lösung von Kaliumchlorür (0,75 pro mille) getaucht, entwässert und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Derselben Methode bedienten sich G. Martinotti (43).

Ebenfalls eine Metallimprägnation ersann Tartuferi (44) und zeigte, dass in der Hornhaut nach längerem Verweilen (ca. 3 Tage) in einer unterschwefligsauren Natronlösung (15,0 : 100,0 Wasser) und Nachbehandlung mit Chlorsilber eine Menge feinster elastischer Fasern zum Vorschein kommen, welche meist parallel den Bindegewebsbündeln verlaufen.

Durch Bildung eines Metallackes, nämlich des Hämatoxylineisenlackes versuchte zuerst Herxheimer (45) die Darstellung der elastischen Fasern. Die, am besten in Müllerscher Flüssigkeit, gehärteten Präparate müssen zuerst mit der Farbstofflösung (1 ccm Hämatoxylin, 20 ccm Alkohol. absol. 20 ccm Lithion carb. in kaltgesättigter Lösung) auf 3 - 5 Minuten in Berührung kommen und werden dann in ein Schälchen mit der offizinellen Eisenchloridlösung auf 5—11 Sekunden gebracht, in welcher die Lackbildung, alsbald aber auch die Entfärbung vor sich geht. Hierauf Abspülung in Wasser; Alkohol; Nelkenöl oder Xylol und Einschluss in Xylolkanadabalsam.

Sind die Präparate gelungen, so erscheinen die elastischen Fasern blauschwarz bis tiefschwarz im hellgrauen oder ins bläuliche spielenden Bindegewebe. Längere Entfärbung birgt die Gefahr des Undeutlichwerdens der feinsten Fäserchen in sich. Der Autor empfiehlt sein Verfahren auch zum Nachweis der elastischen Fasern in den Blutgefässen und in den Knochen.

Eisenchloridentfärbung nach vorheriger Tinktion in Anilinwasser — Gentianaviolett — soll ebenfalls sehr gute Bilder geben. Die Schnitte sind in Glycerinleim einzuschliessen.

Trotz des vom Autor ihr gespendeten Lobes scheint die Lackmethode keinen rechten Anklang bei den Histologen gefunden zu haben, denn von einer weiteren Anwendung derselben von anderer Seite ist uns nichts bekannt.

Wolters (46) beizte zum Nachweise elastischer Fasern möglichst dünne Schnitte auf 24 Stunden in Vanadium chloratum von 10% 2 Teile, Alumen aceticum 8% Teile; hierauf Abspülung in Wasser und Tinktion in Kultschitzkyscher Hämatoxylinlösung auf 24 Stunden im Wärmeschrank. Die Differenzierung erfolgt in Weigerts Boraxblutlaugensalzlösung oder nach kurzem Eintauchen in Wasser. Die Kontrolle der Entfärbung geschieht unter dem Mikroskop. Bei guter Differenzierung erscheinen die Fasern schwarz auf gelbem Grunde.

M. Heidenhain (47) bemerkt, dass auch in seiner Eisenbeize die elastischen Fasern z. B. von Arterienhäuten intensiv gefärbt erscheinen.

Alle diese, wie man sieht, zum Teil recht komplizierten, zeitraubenden und bezüglich ihres Erfolges oft durchaus nicht sicheren Methoden werden an Einfachheit und Sicherheit durch die Taenzersche Orceintinktion weit übertroffen.

Unna (45) hat sich durch Publikation dieser Methode zweifellos ein Verdienst um die mikroskopische Technik erworben, umsomehr, als diese Tinktion Einfachheit mit gutem Erfolge verbindet. Es handelt sich um eine Überfärbung der in Alkohol oder in Müllerscher Flüssigkeit gehärteten Organe mit einer sauren Orceinlösung und nachträgliche Entfärbung bis zu scharfer Differenzierung der braunrot oder dunkelrot gefärbten elastischen Elemente mit einer Salzsäurelösung. Daneben können die übrigen Gewebe noch mit Karmin, Hämatoxylin etc. nachgefärbt und so eine vollkommene Darstellung aller ein Organ neben den elastischen Elementen aufbauenden Gewebe in tadelloser Klarheit und Schönheit gegeben werden. Zwei Methoden waren bisher im Gebrauch. Einmal die „verbesserte Taenzersche

Methode", deren Prinzip das einer durch Säuren abgeschwächten Farblösung ist. Das Orcein färbt hierbei nur in einer gemischt wässerigen spirituösen Lösung. Es kommt also neben dem Säuregrad auch auf das Verhältnis der Säure zu dem gemischten Lösungsmittel an. Sollten sich Bindegewebe und Protoplasma im Verhältnisse zum elastischen Gewebe zu stark färben, so ist ein stärkerer Säurezusatz nötig. Für jedes neu zu färbende Material muss die Säuremenge erst ausprobiert werden, was am besten in der Weise geschieht, dass man sich eine neutrale Orceinlösung herstellt wie folgt:

I. Orcein (Grübler) 0,1 g
Spiritus 95% 20,0 „
Aq. dest. 5,0 „
M. D. im Tropfglase.

II. Eine Säuremischung:
Acid. muriat. concentr. 0,1 g
Spiritus 95% 20,0 „
Aq. dest. 5,0 „
M. D. im Tropfglase.

Man giesst nun in 6—10 Uhrschälchen je 10 Tropfen der Farblösung und dazu, von einem Schälchen zum andern steigend um 1 Tropfen, je 5—10—14 Tropfen der Säuremischung. In jedes Uhrgläschen kommen 1—2 Schnitte und bleiben gut zugedeckt 12 Stunden in demselben. Hierauf werden die Schnitte einzeln in einem Tropfen Glycerin untersucht, und es wird das beste Mischungsverhältnis der in Bezug auf Wasser und Spiritus vollkommen gleichen Lösungen, deren beliebige Mischungen also ebenfalls gleich sein müssen, festgestellt. Ein Zusatz von Glycerin zu den stark verdunstenden spiritushaltigen Säuremischungen verhindert das Auftreten von Niederschlägen.

Unna (49) und Zenthöfer (50) verwandten diese Methoden mit Erfolg zum Studium des elastischen Gewebes der Haut des

Erwachsenen, ebenso Sederholm (51), Behrens (52) und Sechi (53). Zur Darstellung der elastischen Fasern in der Iris benutzte sie Baiardi (54). Die elastischen Fasern im Nagelbett färbte so Sperino (55).

Alle diese Autoren waren mit der Orceinwirkung zufrieden und rühmen sie als den anderen Methoden zum gleichen Zweck überlegen; doch unterlag die Methode allmählich einigen Modifikationen.

So hält Zenthöfer (50) die oben angegebene Mischung von Unna (48) für weniger gut als eine etwas früher von demselben Autor angegebene Formel:

Orcein	0,5 g
Alc. absol.	40,0 „
Aq. dest.	20,0 „
Acid. hydrochlor.	20 Tropfen.

In dieser Mischung bleiben die Schnitte einen halben Tag oder länger und werden dann in dem von Unna angegebenen Säuregemisch

Acid. muriat, conc.	0,1 g
Alkoh. 95%	20,1 „
Aq. dest.	5,1 „

entfärbt.

Durch Mangel sonst zu fürchtender Niederschläge und tiefbraunrote oder schwarze Färbung der elastischen Fasern im absolut farblosen Untergrund genügt diese Methode den höchstgespannten Anforderungen. Für Doppelfärbung wird Boraxkarmin, die der Orceinfärbung voranzugehen hat, empfohlen.

Behrens (52) dagegen wandte das eben geschilderte, von Unna modifizierte Taenzersche Verfahren mit den zwei Lösungen an, das er seinerseits insofern modificirte, als er zuerst die Farblösung für sich benützte und dann in der Säuremischung differenzierte, indem er unter dem Mikroskop die in der Säurelösung

liegenden Schnitte bei der Entfärbung kontrollierte. Entwässerung in Alk. absol.; Nelkenöl, Kanadabalsam.

Zur Doppelfärbung wird Delafield'sches Haematoxylin empfohlen.

Da Celloidin nachteilig auf die Färbung einwirkte, so wurde Paraffineinbettung der Hautstücke vorgezogen.

Wir haben für unsere Zwecke sowohl die Taenzer-Unna'sche als auch die von Zenthöfer und Behrens empfohlene Art der Tinktion angewandt und haben bald mit der einen, bald mit der anderen bessere Resultate erzielt. Erstes Erfordernis zur klaren Darstellung des elastischen Gewebes ist genügend lange Färbung nicht unter 24 Stunden, zweitens genaue Kontrolle der Differenzierung unter dem Mikroskop und sofortiges Abbrechen der Säurewirkung, sobald die elastischen Fasern in der gewünschten Schärfe hervortreten. Man bekommt auch bei genügender Übung oft noch recht wechselnde Bilder, insofern die Färbung des elastischen Gewebes einmal braunrot oder schwarzrot im farblosen Grundgewebe gelingt, während sie das anderemal mehr burgunderrot mit gleichzeitiger Kernfärbung der übrigen Gewebe hervortritt, ohne dass man hierfür mit Sicherheit die Gründe angeben kann.

Die nachstehende Untersuchung ist nur an Präparaten vorgenommen worden, die das elastische Gewebe in tadelloser Schärfe zeigten. Um gleichzeitig einen genügenden Einblick in das Verhalten der anderen neben den elastischen Elementen in Frage kommenden Gewebe zu bekommen, haben wir mehrfach auch Doppelfärbungen namentlich durch Nachfärben mit Hämatoxylin angewandt und so nach jeder Richtung hin brauchbare Resultate erhalten.

Dem möglichen Einwurfe, dass Orcein ausser den elastischen Elementen auch noch andere Gewebselemente färbe, lässt sich leicht dadurch begegnen, dass man dasselbe Organ, von welchem die Orceinpräparate stammen, mit dem alten souveränen Rea-

gens auf elastische Fasern untersucht, nämlich mit 35% Kalilauge. Wir haben dies mehrfach gethan und können mit Sicherheit dafür einstehen, dass in unseren Präparaten nur elastisches Gewebe durch Orcein gefärbt vorliegt. Man kann sich sogar vielfach überzeugen, dass in Orceinpräperaten mitunter nicht alle elastischen Fasern gefärbt sind, insofern, als die feinsten Fäserchen beim Ausziehen den Farbstoff eher abgeben, als die gröberen und zu dickeren Bündeln gruppierten. Ständige Kontrole sowie die Betrachtung verschieden dicker Schnitte schützt hier allein vor naheliegenden Irrtümern.

I. Die elastischen Elemente des Herzens.

Um sicher zu sein, ein normales Organ zu untersuchen, wurde das Herz eines kräftigen, ausgetragenen aber während der Geburt asphyktisch zu Grunde gegangenen männlichen Kindes benützt, ein Objekt, dessen Untersuchung auch deswegen interessant erschien, weil über die Verhältnisse des elastischen Gewebes im Herzen kleiner Kinder meines Wissens eine systematische Untersuchung bislang nicht vorliegt. Die Ausbildung und Anordnung elastischen Gewebes in einem Organ kann nur vom Gesichtspunkte der funktionellen Anpassung aus richtig erfasst und verstanden werden. Von diesem Standpunkt aus erscheint es aber auch sicher, dass das Herz des Heranwachsenden und Erwachsenen infolge geänderter und gesteigerter Ansprüche an dasselbe je nach Beruf etc. auch innerhalb normaler Grenzen nicht unwesentliche Abweichungen vom Herzen des Neugeborenen zeigen wird, sowohl in manchen anderen Punkten als auch bezüglich der Masse und Anordnung des elastischen Gewebes. Einige gelegentliche Beobachtungen an Herzen von Erwachsenen sollen später angeführt werden.

Es wurden folgende Schnitte angefertigt:[1])

1. Transversalschnitte durch den rechten Vorhof im Gebiete der Musculi pectinati.
2. Transversalschnitte durch das rechte Herzohr.
3. Transversalschnitte durch den rechten Ventrikel.
4. Senkrechte Schnitte (parallel der Längsachse des Herzens) durch den rechten Vorhof in der Umgebung des Atrioventrikularringes, durch den Ring selbst mit dem Klappensegel und dem angrenzenden Teil des rechten Ventrikels.
5. Längsschnitte durch den Conus arteriosus und Bulbus der A. pulmonalis mit Semilunarklappen.
6. Transversalschnitte durch das linke Herzohr.
7. Längs- und Querschnitte durch die linke Kammerwand.
8. Querschnitte nahe der Herzspitze.
9. Senkrechte Schnitte durch den linken Atrioventrikularring nebst Klappensegel sowie die angrenzenden Teile der Vorhofs- und Kammerwand.
10. Längsschnitte durch den Conus arteriosus und Bulbus Aortae nebst Klappen und Pars membranacea des Ventrikelseptums.
11. Senkrechte Schnitte durch die Eintrittsstellen der Hohlvenen in den rechten Vorhof.

Nr. 5 und 10 wurden auch vom Erwachsenen angefertigt.

Die Angaben der Autoren über Vorkommen, Menge und Anordnung des elastischen Gewebes im Perikardium, speziell im

Epikardium des Menschen

sind ebenso kurz wie allgemein gehalten.

„Das Perikard weicht in seinem Bau von anderen serösen Häuten, dem Peritoneum namentlich, nicht ab. Das äussere

---

[1]) Die Schnitte sind durch das mit seiner Längsachse senkrecht auf die Herzspitze gestellte Herz, nicht durch das Herz, wie es in situ liegt, angefertigt.

Blatt ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das ein- oder zweischichtige Pflasterepithel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in der inneren dünnen Schichte, die zum Teil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Teil, namentlich in den Furchen, durch gewöhnliches Fettgewebe von derselben geschieden ist" sagt v. Kölliker (56), in dessen Handbuch auch die ältere Litteratur über die Histologie des Herzens nachzusehen ist. Dieser Schilderung stimmen die übrigen Autoren zu, indem sie im wesentlichen nur das Vorkommen elastischer Fasern im Epikard zu verzeichnen sich begnügen, ohne weitere Angaben über die Anordnung der elastischen Fasernetze beizubringen, wie Henle (57), Toldt (58), Ranvier (59), Klein (60), Schäfer (61), Stöhr (62), Böhm und Davidoff (63) u. a., während Schweigger-Seydel (64), Schenk (65) u. a. das Vorkommen elastischer Fasern im Epikardium nicht einmal erwähnen.

Abbildungen bezüglich des Verhaltens des Epikards findet man nur bei Klein (60) Fig. 57 S. 92 und Schäfer (61) Fig. 141 S. 132. Jeder, der sich die thatsächlichen Verhältnisse einmal auch nur oberflächlich angesehen hat, wird zugeben, dass diese Abbildungen, im höchsten Grade schematisiert, ein richtiges Bild zu geben nicht imstande sind.

Man kann am Epikard unterscheiden:

1. Die Epithelschicht.
2. Die Fibroelastika.
3. Die diese am Myokardium festheftende Bindegewebsschichte, die jedoch nicht an allen Stellen gleich deutlich von der vorhergehenden als eigene Schichte zu unterscheiden ist.

Die Menge und Anordnung des elastischen Gewebes in der Fibroelastika des Epikards schwankt je nach den verschiedenen Herzabteilungen und selbst auf diesen wieder an verschiedenen

Regionen ausserordentlich. So wird es schwer, diese Verhältnisse kurz und treffend zu beschreiben und bei der Feinheit der Elemente nicht minder schwer, zweckentsprechende Abbildungen zu geben, die bei einer Vergrösserung, welche die elastischen Elemente insgesamt erkennen lässt, viel zu gross würden, in übersichtlicher Grösse gehalten aber wieder nur einen Teil des elastischen Gewebes zeigen können. Im allgemeinen kann man sagen, dass die im Epikardium der Vorhöfe und der Ventrikel vorhandenen mehrfach geschichteten elastischen Fasernetze und die zwischen ihnen gelegenen, meist cirkulär verlaufenden elastischen Fasern und Faserbündel überall da, wo sich subepikardiale Gefässe finden, also vor allem in den Furchen des Herzens, durch elastisches Gewebe von der Gefässadventitia her zum Teil recht beträchtlichen Zuwachs, meist freilich mit gleichzeitiger Auflockerung oder Fetteinlagerung erhalten.

Im speziellen muss betont werden, dass die im Epikardium der Kammern vorhandenen Netze aus feinen elastischen Fasern bestehen, im Epikardium der Vorhöfe aber aus gröberen bis mittelstarken Fasern, zwischen denen vereinzelte oder mehrere in Bündeln gruppierte elastische Fasern regellos in der bindegewebigen Grundlage verlaufen. Letztere überwiegt an den Vorhöfen bei weitem über das elastische Gewebe und kann in den Sulcis des Herzens, ebenfalls aufgelockert, schon ziemlich viel Fettträubchen enthalten.

Auf dem rechten Ventrikel ist die Elastika des Epikards im wesentlichen ebenso dick als auf dem linken Ventrikel. Gegen die grossen arteriellen Gefässe zu, namentlich am Conus arteriosus der Pulmonalis, fällt an den elastischen Elementen des Epikards eine unverkennbare Auflockerung auf. Gleichzeitig werden die Fasern feiner und feiner, verlieren sich aber, ohne einen irgend nennenswerten Zusammenhang mit den elastischen Massen der

arteriellen Gefässadventitia zu gewinnen. Deren Fasern sind viel gröber und stehen in innigstem Zusammenhang mit dem Ursprung des Gefässes, worüber weiter unten mehr gesagt werden soll.

Ebenso macht sich gegen den Sulcus transversus zu eine Auflockerung in der Schichtung der elastischen Elemente mit bedeutendem Zuwachs von elastischen Fasern aus der Adventitia der Koronargefässe bemerkbar. Gleichzeitig werden die Fasern und Faserbündel viel gröber und übertreffen vielfach die des Kammerepikardiums um das drei- bis vierfache an Dicke.

Auf den Vorhöfen selbst wird das Gefüge dann wieder dichter, vielfach mit sehr deutlicher, konzentrisch geschichteter Anordnung der vorwiegend cirkulär verlaufenden Fasernetze. Gegen die Herzohren zu findet dagegen wieder eine Auflockerung der sehr fein gewordenen Fasern und Netze statt.

Am auffallendsten ist die Auflockerung der elastischen Elemente des Epikards an den Mündungsstellen der beiden Hohlvenen. Die auf dem Herzen selbst mehr oder weniger eng geflochtenen und geschichteten elastischen Elemente lösen sich einfach im Gegensatz zu dem am Ursprung der grossen Herzschlagadern geschilderten Verhalten in die lockere und dicke Gefässadventitia auf und gehen direkt in dieselbe über.

Das Verhalten der elastischen Fasern des Epikards zum Myokardium der einzelnen Herzabschnitte soll weiter unten nach der Schilderung des

Endokards

berücksichtigt werden.

Der erste, der meines Wissens das Endokard des menschlichen Herzens genauer histologisch analysiert hat und für alle späteren Beschreibungen massgebend wurde, war Luschka (66).

Ein Hauptergebnis seiner Arbeit war bekanntlich der Nachweis, dass das Endokardium nicht, wie bisher angenommen

worden war, nur der Gefässintima, sondern vielmehr der ganzen, freilich modifizierten Gefässwand entspräche. Zur Begründung dieser Ansicht stützte sich Luschka besonders auf das Verhalten des Endokardiums der Vorhöfe, in welchem er nicht allein alle Eigenschaften der Wandung der Hohladern und der Lungenvenen zu erkennen glaubte, sondern auch durch sorgfältige Ablösung des äusserlich aufgelagerten Herzfleisches sowohl den Zusammenhang fast des ganzen Vorhofendokards mit jenen Gefässen isoliert darzustellen, als auch dessen Kontinuität mit dem inneren Blatte der Atrioventrikularklappen zu beweisen suchte. Endlich betonte er den Gefässgehalt der innersten, die Verbindung mit dem Herzfleische vermittelnden Schichte gegenüber der gefässlosen Intima der Gefässe und betrachtete sie als gleichwertig mit der Gefässadventitia. Das Endokardium ist seiner Angabe nach im linken Atrium so mächtig, dass es sich ähnlich einer dickeren Gefässwandung in beliebig viele Lamellen zerspalten lässt. Wesentlich zarter ist es im rechten Atrium. In beiden Vorhöfen berührt es in den zwischen den Kammmuskeln und Fleischbälkchen gelegenen Lücken fast unmittelbar die Innenfläche des Epikardiums. Ebenfalls sehr dünn ist nach Luschka auch das Ventrikelendokard, doch lassen sich auch hier, obgleich das Endokard auf den ersten Blick nur die durchsichtige Gefässintima zu sein scheint, doch alle den Gefässhäuten entsprechende Schichten nachweisen. Auch die Herzklappen betrachtet Luschka konsequenterweise nicht als Duplikaturen der Intima, sondern als solche des Endokards, das nach seiner Ansicht der ganzen, wenn auch etwas modifizierten, Gefässwand entspricht. Das Myokardium ist dagegen eine Bildung für sich, ein ganz neuer dem Gefässsysteme nur am Herzen zukommender und von aussen aufgelagerter Bestandteil, „der auf die kontraktile Gefässwand wohl physiologisch aber nicht morphologisch zurückgeführt werden kann".

In senkrecht durch die grossen Gefässe und das Herzfleisch

geführten Schnitte sieht man, dass die ganze Wandung der Gefässe sich in die Herzräume fortsetzt, nur verringern sich ihre Elemente teils quantitativ, teils werden sie stärker zusammengedrängt und äusserlich wird ihnen dann quergestreifte Muskulatur aufgelagert. Diesen neu hinzukommenden kontraktilen Elementen entsprechend tritt die mittlere Gefässhaut parallel der Massenzunahme der roten Muskulatur um so mehr zurück. „Man findet bei wesentlich den Gefässhäuten entsprechenden Elementen des Endokardiums nur den andersgewordenen Zwecken äquate Modifikationen derselben".

Luschka (a. a. O. S. 176) nimmt ferner zwischen innerer und mittlerer Gefässhaut keine scharfe Grenze an. Nach ihm sollen die Elemente der Intima ganz allmählich in die der Media übergehen. Doch schliesst er sich der gewöhnlichen Auffassung an, dass die durch Längsfasern gebildete Schicht das wesentliche der sogenannten inneren Gefässhaut zugehörige Element sei. Sie finde sich als oberste, unmittelbar unter dem Epithel gelegene Faserlage auch am Endokard. Doch sollen hier die Fasern ganz isoliert verlaufen und zwar hauptsächlich in der Längsrichtung. Die enge aneinanderliegenden Fasern schildert Luschka als starr, nicht elastisch, ohne Neigung zum Aufrollen oder zur Umbiegung, platt und durchsichtig von unmessbarer Feinheit bis zu 0,001 mm Dicke. Ihre Natur blieb ihm unklar. An manchen Orten hält er sie doch wieder für elastisch, jedenfalls seien sie die oberste Lage des Endokards (unter dem Epithel), welche der Längsfaserschichte der Gefässe oder, wo diese fehlt, den ihr entsprechenden Längsfasern, beziehungsweise der inneren Gefässhaut, gleichkommt.

Ausser dieser oberflächlichen, vor Luschka, wie er angiebt, nur von Arnold richtig geschilderten Faserlage, besteht das Endokardium unter dem Epithel nach allen Autoren aus elastischen, höchst unregelmässig angeordneten Faserlagen, welche von Bindegewebe durchsetzt sind.

Luschka fand nun namentlich am Endokard der Vorhöfe unmittelbar unter der erwähnten Längsfaserschicht eine mit der kontraktilen Haut der Gefässe übereinstimmende Lage aus elastischen Fasern, Netzen und Lamellen, die er mit gefensterten Membranen der mittleren Gefässschicht vergleicht und abbildet. Besonders stark ist die Schichtung dieser gefensterten Membranen im Endokard des linken Vorhofs. Die elastische Schichte im Endokard der Ventrikel ist unmittelbar unter dem Insertionsrande der Klappen so dick, dass man sie in einzelne Lamellen spalten kann, an anderen Stellen aber wieder so dünn, dass sie nicht als selbständige Bildung darstellbar ist. Die Elastika des Ventrikelendokards zeige nur Fasern, nirgends strukturlose durchlöcherte Lamellen. Die Mehrzahl der Fasern ist feiner als die der Vorhöfe und weniger dicht geschichtet. In die Zusammensetzung der elastischen Schichte des Endokardiums, sowohl der Vorhöfe als auch der Kammern, geht immer eine gewisse Menge Bindegewebe ein, wie das auch unverkennbar bei der elastischen Haut der Gefässe der Fall ist. Dieses Bindegewebe reicht aber nur bis zur oben erwähnten Längsfaserschicht. Mit ihm ziehen stets einige Kapillaren in die tiefere Lage des elastischen Fasergerüstes, während die oberste und die Längsfaserschichte gefässlos bleibt. Die das Endokard mit dem Myokard verbindende Bindegewebslage entspricht ganz und gar der Tunica adventitia der Gefässe und lässt sich, wie schon Henle (Allgemeine Anatomie S. 507) angiebt, leicht in den Ventrikeln als zusammenhängende Haut abziehen; sie hängt aber auch mit dem interstitiellen Bindegewebe des Myokards zusammen und ist wie bei Arterien und Venen die hauptsächlichste Trägerin der Nerven und Blutgefässe.

In einer späteren Arbeit verteidigt Luschka (67) seine These, dass das Endokard der ganzen Gefässwand entspräche, gegen verschiedene Opponenten, die diese These wohl bezüglich der in die Vorkammern mündenden grossen Venen nicht aber

bezüglich der grossen Arterien als zulässig betrachteten, und giebt gleichzeitig eine Schilderung der Beziehung der Arterienwände zu den halbmondförmigen Klappen des Herzens, auf die ich weiter unten zurückkommen werde.

Auf Grund seines Nachweises glatter Muskelzellen im Ventrikelendokard sieht auch Schweigger-Seydel (64) im Endokard allein sämtliche Schichten der Gefässwand und betont ebenfalls ausdrücklich, dass das Endokardium mit dem ganzen Gefässe und nicht bloss mit dessen Intima zu identifizieren sei. Doch erfährt diese Anschauung wieder bezüglich der Vorhöfe eine Einschränkung, da deren Endokard zwar von beträchtlicher Dicke und bedeutendem Reichtum an elastischem Gewebe ist, besondere Muskelschichten aber nicht erkennen lässt. Glatte Muskelfasern fänden sich da und dort nur einzeln eingestreut.

Die neueren Autoren sehen seit diesen Arbeiten ziemlich übereinstimmend — eine Ausnahme macht nur Langer-Toldt (58a) — im Endokardium die ganze, freilich mehr oder weniger stark modifizierte Gefässwand, der dann als etwas neues und nur dem Herzen selbst eigentümliches das quergestreifte Myokardium und Epikardium aufgelagert ist. Gewisse Stellen, so namentlich die arteriellen Faserringe, bieten aber, wie schon Kölliker geltend machte, und wie auch mir scheint, für die Luschkasche Auffassung Schwierigkeiten, denn sie unterbrechen ja die Gefässwand oder besser gesagt: der Arterienbulbus entspringt an ihnen ebenso wie das Myokardium. Ein weiteres Eingehen auf diese Frage, die nur durch vergleichend anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen befriedigend zu beantworten ist, liegt ausserhalb des meiner Arbeit gesteckten Zieles.

Diesen Schilderungen haben alle neueren, schon oben bei der Beschreibung des Epikards citierten Autoren nur das beizufügen gehabt, dass die subepitheliale Faserschicht, deren wahre

Natur Luschka zweifelhaft geblieben war, aus wirklichen elastischen Fasern bestehe.

Abbildungen vom Verhalten des Endokards des Menschen giebt nur Klein (60) (Fig. 57 S. 92 Querschnitt durch den Herzvorhof von einem Kind) und Schäfer (61) (S. 132, Fig. 142, Querschnitt des Endokardiums des rechten Vorhofs). Beide Bilder sind hochgradig schematisiert und stimmen mit meinen Präparaten nicht überein. Bessere Abbildungen von Querschnitten durch das Endokardium finden sich bei Ranvier (59) (Fig. 189, 190, S. 513 und Fig. 191 und 192, S. 514), doch ist in denselben das Verhalten des elastischen Gewebes nicht weiter berücksichtigt.

Ich kann die oben erwähnten Schilderungen bezüglich des Verhaltens der elastischen Elemente auch für das Herz des Neugeborenen im allgemeinen nur bestätigen. In den Ventrikeln bilden sie bei schwacher Vergrösserung einen feinen, die Muskulatur gleichmässig überziehenden und durch die charakteristische Färbung in Orcein sich scharf abhebenden Saum, in dem man bei starker Vergrösserung die Fasern ohne bestimmte Anordnung in allen Richtungen teils schief von der Muskulatur zur Oberfläche und dort umbiegend, teils parallel der Oberfläche verlaufen sieht. Von einer Schichtung in einzelne Lamellen kann hier keine Rede sein, und man kann die ganze Anordnung nur als ein feines, ziemlich dichtes Netzwerk bezeichnen. Das Verhalten des Endokards in der Umgebung der Atrioventrikularringe und der arteriellen Faserringe wird weiter unten bei Besprechung der Herzklappen eingehende Erwähnung finden. Ein Unterschied im Verhalten des subepithelialen elastischen Faserwerks zwischen rechtem und linkem Ventrikel besteht nach meinen Erfahrungen nicht. Am dicksten und reichsten an elastischen Fasern ist der Überzug der Pars membranacea des Ventrikelseptums.

Äusserst zierliche und feine Fasernetze überziehen die Chordae tendineae und die Papillarmuskeln.

Einen ganz anderen Anblick gewährt das Endokard der Vorhöfe, in denen man die elastischen Fasern in viel dickeren stark gekräuselten Bündeln und Platten und in mehrfach übereinander geschichteten Netzen die Muskulatur überziehen sieht. Die Dicke der elastischen Schicht des Vorhofs an einzelnen Stellen ist etwa 10 mal und mehr so mächtig als die der Ventrikel. Dass sich, wie viele Autoren angeben, unmittelbar unter dem Epithel, entsprechend der Intima der grossen arteriellen Gefässe ein dichtes Netzwerk feinster elastischer Fasern befindet, welches in eine dünne Lage ausgebreitet und als gesonderte Schicht isoliert werden kann, muss ich auf Grund meiner Präparate für das Endokardium des Neugeborenen bestreiten. Allerdings zeigt sich an vielen Stellen eine etwas dichtere Schichtung elastischer Fasern unter dem Epithel, aber an anderen Stellen tritt auch wieder eine engere Schichtung gegen die Mitte des Endokardquerschnittes auf. Eher kann man zugeben, dass das unmittelbar die Muskulatur überziehende Gewebe ärmer an elastischen Fasern wird. Ganz entsprechend den Angaben von Luschka, Toldt u. a. sind die oberflächlichsten elastischen Fasern etwas feiner, aber sie bilden beim Neugeborenen noch keine besondere Schicht, sondern gehen allmählich ohne jede Grenze in die tieferliegende Faserschicht über. Das ganze elastische Gewebe des Endokards der Vorkammern und Kammern bildet aber beim Neugeborenen kein einheitliches durchweg aus zusammenhängenden Fasern gebildetes Netzwerk, sondern ist vielmehr, wie sich weiter unten zeigen wird, im Bereiche der Klappen in wechselnder Ausdehnung unterbrochen. Die Hauptverlaufsrichtung der Fasern liegt in einer der Herzoberfläche parallelen Ebene. In dieser kreuzen sich die Fasern in allen möglichen Richtungen, ihrerseits wieder durchsetzt von solchen, die aus der Tiefe kommen und an der Herzinnenfläche umbiegen. An manchen Stellen sind parallel verlaufende Faserbündel zu Lamellen an-

geordnet, die dicht über einander liegen und unter sich wieder durch Fasern verbunden sind. Aus ihnen gehen nachträglich die im linken Vorhofe des Erwachsenen besonders stark ausgebildeten gefensterten Membranen hervor. Sie fallen auch schon in Präparaten vom Neugeborenen auf.

An der Oberfläche der Musculi pectinati ist das Netzwerk am mächtigsten, wird zwischen den Muskelbälkchen etwas schwächer, bleibt aber im Vergleich zum Kammerendokard immerhin unverhältnismässig stark.

Auch im Herzohr bestehen, allerdings unter Abnahme der Dicke, dieselben Verhältnisse wie in den Vorhöfen selbst. Nur sind die Fasern noch feiner, und das hier vorhandene Netzwerk derselben gehört zu den feinsten und dichtesten des menschlichen Körpers überhaupt. Ich muss die Behauptung von Retterer und Robin (68), dass in den Herzohren fast konstant die Fasern des Netzwerks breiter, glänzender und dunkler wären, und dass sie verlängerte enge Maschen bildeten an Stelle der kleinen polygonalen des Endokards der Vorhöfe nach meinen Befunden am Herzen des Neugeborenen bestreiten.

Von besonderem Interesse waren mir folgende Fragen:

1. Sind von den im Endokard und Epikard leicht nachweisbaren, massenhaften elastischen Fasern und Fasernetzen elastische Fasern auch in das Myokardium verfolgbar?
2. Wie verhält sich das elastische Gewebe des Endokards am Atrioventrikularringe, wie weit ist es in die Klappensegel und Chordae tendineae zu verfolgen?
3. Endlich wie verhält sich das elastische Gewebe in den arteriellen Faserringen, in den Semilunarklappen und am Ursprung der grossen Arterien in dem Bulbus der Aorta und der Pulmonalis zu den elastischen Elementen des Endokards.

ad 1. Über den ersten Punkt giebt nur Schenk (65) positiven Aufschluss, indem er auf S. 204 seines Grundrisses sagt: „Unter dem Epithel (nämlich des Endokardiums) ist eine Schichte

von einem elastischen Fasernetze, welches auch Bindegewebe enthält. Dieses Gefüge setzt sich auch in die Muskulatur fort.“ Alle anderen mir zugänglichen Autoren erwähnen nichts davon, dass auch das Myokardium elastische Elemente enthalte. Bei Tieren, speziell bei der Ratte, beschreibt auch C. Martinotti (42) (S. 268) elastische Fasern zwischen den Muskelbündeln des Myokards. Die scharfe Färbung der elastischen Elemente in meinen Präparaten zeigte mit aller Sicherheit, dass das eigentliche Myokardium der Ventrikel kein elastisches Gewebe enthält; nur mit der Adventitia der Blutgefässe gelangen je nach deren Kaliber grössere oder geringere Mengen vom Epikard aus zwischen die Bündel des Myokardiums; im eigentlichen interstitiellen Gewebe aber fehlen elastische Elemente vollständig. Das elastische Gewebe in der Gefässadventitia lässt sich in Gestalt feinster elastischer Fasernetze nur bis in die Nähe der feinen Gefässe verfolgen, ohne von hier aus zwischen die Muskelbündel einzudringen. Ebensowenig sieht man vom Endokard oder Epikard aus irgendwo elastische Fasern zwischen die Muskelfasern gelangen. Die elastischen Elemente des Endo- und Epikardium sind vielmehr durch eine vollkommen scharfe Grenze vom Herzfleische getrennt.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse in den Vorhöfen. In deren Myokardium gelangen nicht nur beträchtliche Mengen elastischer Fasern mit der Gefässadventitia der Herzgefässe hinein und sind teilweise zwischen die Muskelbündel verfolgbar, sondern es verlaufen auch allerorts Fasern und Geflechte mehr oder weniger feiner elastischer Fasern unabhängig von den Blutgefässen zwischen den Muskelbündeln im interstitiellen Bindegewebe, deren Zusammenhang mit den elastischen Fasern des Endokards und namentlich des Epikards durchweg mit Leichtigkeit nachweisbar ist.

Die Dicke der im Myokardium der Vorhöfe vorhandenen elastischen Fasern sinkt vielfach bis zu unmessbarer Feinheit, immer aber sind dieselben durch den charakteristischen braunschwarzen Farbenton aufs deutlichste gefärbt und können nicht mit anderen Elementen verwechselt werden.

Wichtig schien mir auch das Verhalten der elastischen Fasernetze des Endokardiums zu denen des Epikardiums an den zwischen den Kammmuskeln gelegenen muskelfreien Buchten, deren Verschluss bekanntlich nur durch das sich gegenseitig berührende Endo- und Epikardium gebildet wird.

Es zeigte sich, dass die an diesen Stellen ziemlich groben elastischen Elemente beider Häute thatsächlich so innig zusammenhängen, dass eine Scheidung derselben in solche, die dem Endokard und solche, die dem Epikard angehören, schlechtweg unmöglich ist.

Auch in den Buchten beider Herzohren fand sich dasselbe, jedoch aus viel feineren Fasern bestehende Netzwerk, welches dem Endokardium und Epikardium gemeinsam angehört und vorwiegend den Abschluss bildet.

Das Myokardium der Herzohren aber zeigt sich auffallenderweise ganz ausserordentlich arm an elastischen Fasern und erinnert in dieser Hinsicht mehr an das Verhalten der Herzkammern.

Als besonders reich an groben und feinen elastischen Faserbündeln erweist sich die dem Sulcus circularis zugehörige Region beider Vorhöfe. Hier treten teils von dem aufgelockerten Epikardium, teils aus der Adventitia der grossen und kleinen Koronargefässe und teilweise auch vom Endokardium her eine Menge zum Teil sehr grober, zum Teil aber auch recht feiner elastischer Faserbündel ins Myokardium ein und durchsetzen

es nach allen Richtungen, vorwiegend aber in cirkulärer Richtung.

Weitaus am reichsten an elastischem Gewebe ist aber das Myokardium der Vorhöfe an den Einmündungsstellen der unteren und oberen Hohlvene. Hier lockern sich die immer derber und zahlreicher werdenden elastischen Elemente des Endo- und Epikards auf, um peripher in die Venenwand überzugehen. Vorher aber bilden sie zwischen den Muskelbündeln ausserordentlich zahlreiche Faserverbindungen, die sich erst in einiger Entfernung von der Mündungstelle der Hohlvenen wieder reduzieren.

ad 2. Bezüglich des Vorkommens und der Anordnung elastischer Fasern in den Atrioventrikularringen sind die Angaben der neueren Autoren ebenfalls sehr spärlich. In den meisten neueren histologischen Lehrbüchern — Kölliker (56), Klein (60), Schäfer (61), Schenk (65), Stöhr (62), Toldt (58), Ranvier (59) u. a. wird der Annulus fibrosus entweder gar nicht oder nur als Ansatzstelle der Herzmuskulatur und der Atrioventrikularklappen erwähnt. Böhm und Davidoff (63), sowie Schweigger — Seydel (64) bemerken, dass er aus dichtem, an feinen elastischen Fasern sehr reichem Bindegewebe bestehe.

Eingehendere Angaben, auch vom Herzen des Neugeborenen, verdanken wir Joseph (69). Seine umständliche Schilderung erklärt die Faserringe irrtümlich für elastisch faserknorpelig, eine Meinung, die wohl mit Recht als überwunden gelten darf. Die elastischen Fasern der Ringe beschreibt er als massenhaft cirkulär und längs verlaufend, doch scheint er manches als elastische Faser betrachtet zu haben, was keine ist. Peripher vom Ringe soll das elastische Gewebe mehr und mehr an Masse abnehmen. Henle, der seine Schilderung auch durch eine gute Abbildung vom Faserringe des Erwachsenen (Fig. 13, § 14) illustriert, sagt (§ 15): „Die Bindegewebsbündel der Faserringe

haben wie die Fasern der innersten Muskelschichten einen vorzugsweise longitudinalen, d. h. der Achse des Herzens parallelen Verlauf; sie biegen grösstenteils in die Atrioventrikularklappe um, zum kleinen Teil setzen sie sich geradezu in die Wand des Atrium fort und treten zu den Muskelfasern desselben wieder in die nämliche Beziehung, in welcher sie zu den Muskelfasern des Ventrikels gestanden haben. Soweit sie zwischen der einen und der anderen Muskulatur frei liegen, sind sie durchflochten von ringförmigen Bindegewebsbündeln, an welche sich Bündel von gleichem Verlaufe anschliessen, die in die Zipfel der Klappe von einem Rand zum anderen ziehen.

In diesem Falle ist also die Muskulatur des Herzens zwischen Atrium und Ventrikel durch einen Streifen fibröser, aus longitudinalen und ringförmigen Bündeln gewebter Substanz unterbrochen, an welcher die Basis der Atrioventrikularklappe haftet."

Im übrigen weist dieser Autor auf die beträchtlichen Schwankungen in der Ausbildung der Ringe hin und bemerkt, dass die Bindegewebslagen, welche die Muskulatur des Atriums und des Ventrikels von einander trennen, oft nicht stärker als die interstitiellen Bindegewebslagen der Muskelschichten des Ventrikels sein können. Diese Form bildet den Übergang zu derjenigen, wo der Faserring und der Zusammenhang des Gewebes der Klappe mit dem Bindegewebe der Horizontalfurche vollständig unterbrochen ist dergestalt, dass die Atrioventrikularklappe aus einem Endokardium hervorgeht, das sich als kontinuierlicher innerer Überzug des Herzens aus dem Atrium in den Ventrikel erstreckt. (a. a. O. Fig. 14 F.)

Mit diesen Schwankungen in der Entwickelung der Atrioventrikularringe wird natürlich auch die mikroskopische Schilderung zu rechnen haben, und durch dieselben werden wohl mancherlei scheinbare Widersprüche in den Beschreibungen verständlich. Der Faserring verstärkt sich durch Bindegewebsbündel, welche einerseits aus dem die Horizontalfurche erfüllenden Fettgewebe

hinzutreten, andererseits aus den Sehnen kurzer Papillarmuskeln stammen, welche in unmittelbarer Nähe der Atrioventrikularöffnung aus der Wand des Ventrikels vorspringen und dicht an der inneren Oberfläche dieser Wand zur Klappe aufsteigen. § 17 heisst es weiter: „Der Zusammenhang des Faserringes mit dem Fettgewebe der Horizontalfurche giebt Anlass, dass derselbe sich an den Schwankungen des Fettgehaltes des Herzens beteiligt. Im allgemeinen steht die Mächtigkeit der Faserringe zu dem Fettreichtum des Herzens im umgekehrten Verhältnis, weil die Fettinfiltration sich, von aussen nach innen fortschreitend, allmählich mehr der inneren Oberfläche des Herzens nähert." Elastische Fasernetze werden von Henle (57) nur in den „Knoten der Atrioventrikularringe" erwähnt, nicht aber in den letzteren selbst.

In meinen Präparaten von Neugeborenen erweist sich der atrioventrikulare Faserring als sehr arm an elastischen Fasern, die meist in cirkulärer Anordnung zwischen den fibrösen Faserbündeln verlaufen und von sehr feinem Kaliber sind. Sehr deutlich ist dagegen, dass ein Teil der elastischen Netze des linken Vorhofs aus der Tiefe zwischen den Faserbündeln des Annulus fibrosus hervortaucht oder, wenn man es anders ausdrücken will, dass ein Teil der elastischen Fasernetze des Vorhofendokards zwischen den Fibrillenbündeln des Faserringes entspringt, der also neben der Muskulatur der Vorhöfe auch einem Teile der elastischen Elemente des Vorhofendokards als Insertion dient, während ein anderer Teil derselben, wie sich gleich ergeben wird, in die Vorhofsfläche der Atrioventrikularklappen ausstrahlt. Diese mir nicht unwichtig scheinende Thatsache ist von keinem Autor bislang erwähnt.

Über die Atrioventrikularklappen lauten die vorliegenden Angaben eingehender; es unterscheiden alle neueren Autoren übereinstimmend eine Endokardduplikatur, welche die beiden Klappenflächen bis zum freien Rande überkleidet und eine zwi-

schen deren beiden Blättern liegende, plattenartige Fortsetzung der Faserringe, die eigentliche Grundlage der Klappe. Diese Klappenplatte, wie ich sie nennen will, ist bekanntlich eine fibröse, im Insertionsgebiet mehr oder weniger muskelhaltige Schicht, welche noch durch die Insertionen der Sehnenfäden an der Klappe Zuwachs erhält. Bezüglich des Verhaltens des elastischen Gewebes aber gehen die Angaben auseinander. Joseph (69) (a. a. O. S. 267) lässt die elastischen Fasern an den Ringen wechselnd weit in die Klappen eintreten, Kölliker (56) (a. a. O. S. 577) schildert das vom Faserring ausgehende mittlere Blatt, die Klappenplatte, von vielen elastischen Fasernetzen durchzogen, an deren Bildung sich auch die Ausstrahlungen der Chordae tendineae wesentlich beteiligen sollen. Diese Schichte verschmelze mit dem Endokardüberzuge gegen den freien Rand der Klappe nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, von Epithel überzogene Lage.

Joseph (69), Henle (57) und Kölliker (56) stimmen darin überein, dass der Endokardbeleg der Seite einer Klappe, die im Leben am meisten gespannt wird, also an der Vorhofsseite, der dickere und an elastischem Gewebe reichere sei im Gegensatz zu dem dünnen Endokardüberzuge an der Kammerfläche der Klappe.

Ähnlich spricht sich auch Ranvier (59) aus (a. a. O. S. 515) und erwähnt ausserdem das Vorkommen elastischer Fasernetze sowohl im Endokardüberzuge als auch in der sehnigen Grundlage der Klappe.

Nach Schweigger-Seydel (64) dagegen soll die Klappenplatte an ihrer freien Fläche ein dünnes Zellhäutchen ohne besondere elastische Grundlage besitzen und es sollen höchstens die elastischen Elemente der Klappenplatte selbst an der Grenze eine geringe Verdickung erfahren.

Die Sehnenfäden besitzen nach den Papillarmuskeln zu eine

äussere elastische Schicht. Diesen elastischen Überzug erwähnen auch Kölliker und Henle.

Toldt (58) beschreibt die elastische und bindegewebige Schichte des Endokardialüberzuges der Klappen als beträchtlich verdünnt und stellenweise gar nicht mehr deutlich erkennbar. Nach Böhm und Davidoff ist die glatte Muskelschicht des Endokardüberzuges an der Vorhofsseite der Klappen stärker ausgebildet, die elastische Lage dagegen auf der Ventrikelseite dicker. Andere Autoren beschränken sich nur auf ganz kurze und zum Teil recht unvollständige Beschreibungen.

Orcein-Präparate ergaben bezüglich des elastischen Gewebes in den Atrioventrikularklappen folgendes:

Nach den Atrioventrikularringen zu nimmt das elastische Gewebe des Vorhofendokards an Dicke allmählich dadurch ab, dass die zwischen den gefensterten Membranen des linken Vorhofs gelegenen cirkulären Fasern nach und nach schwinden, während sich die Membranen dadurch enger schichten und zum Teil sich in Fasern auflösen, die zwischen den Faserbündeln der Annuli fibrosi verschwinden. Dasselbe ist an der weniger dicken und groben Endokardialtapete des rechten Vorhofs der Fall. In beiden Vorhöfen aber findet man dicht am Insertionsrand der Klappensegel nochmals eine Zunahme der elastischen Fasern, die dann feiner und feiner werden und in sehr dichter Schichtung im Endokard über der Vorhofsfläche der Klappe bis etwa in deren Mitte zu verfolgen sind. Sie präsentieren sich auf Schnitten, welche gleichzeitig durch die Klappen, die Faserringe sowie durch die Vorhofs- und Kammerwand gelegt sind, als eine schon auf den ersten Blick auffallende, sehr ansehnliche Schichte. Wie die Untersuchung mit starker Vergrösserung zeigt, kann diese dicht am Insertionsrand der Klappe deutlich in eine oberflächliche, vorwiegend aus strahlenförmig gegen den freien Klappenrand verlaufenden Fasern und in eine tiefere, aus parallel den Fasern der Atrioventrikularringe angeordneten Faserbündeln bestehende

Lage unterschieden werden. Über diese Stelle hinaus findet dann eine unregelmässige Durchflechtung beider Fasermassen statt. Man sieht auf dem Längsschnitt durch die Klappe überwiegend längsverlaufende Bündel, von spärlicheren und feineren gelockerten Faserbündeln gekreuzt, etwa ähnlich dem Geflechte einer Strohmatte.

Nur die Längsfasern sind bis gegen die Mitte der Klappe als geschlossene Lage zu verfolgen, die sich dann auffasert und in unmessbar feine Fäserchen aufgelockert sich gegen die Klappenoberfläche und die fibröse Klappenplatte allmählich verliert.

Viel dünner ist der Überzug von elastischem Gewebe an der Ventrikelfläche der Klappensegel, der sich zum eben beschriebenen verhält wie 1 : 20 und, abgesehen von der Endokardtapete der Kammerwand, von dem Endokardüberzuge der Chordae tendineae geliefert wird, der aus äusserst feinen und zierlichen elastischen Fasernetzen und spiralig verlaufenden Fibrillen besteht, welche dann an der Ventrikelfläche der Klappe zu einer einheitlichen kutikulaähnlichen Lage sich verbinden.

Die ganze zwischen der eigentlichen Endokardduplikatur gelegene fibröse Klappenplatte besitzt weder an den Segeln der Mitralis noch denen der Tricuspidalis eigenes, ihr zukommendes elastisches Gewebe. Nur an einzelnen Stellen, nahe dem Insertionsrand der Klappensegel wird sie von pinselförmigen Ausstrahlungen feinster, dem elastischen Überzug der Chordae tendineae entstammender Fasern, welche sich in den elastischen Netzen der Vorhofsfläche der Klappe verlieren, durchsetzt. Gegen den freien Rand der Klappensegel zu enthält sie einen Teil der feineren Ausstrahlungen der elastischen, den Endokardüberzügen angehörenden Fasern.

Die Ränder der Klappen sind frei von elastischem Gewebe. An denselben sind also die elastischen

Fasern des Kammer- und Vorhofendokards unterbrochen und hängen nicht zusammen.

Es stimmen somit unsere Erfahrungen im wesentlichen mit der von Henle (57) gegebenen Schilderung (Fig. 13 S. 14) überein und auch mit den Bemerkungen von Joseph (69). Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, in wie weit die oben angeführten Abweichungen in den Schilderungen der Autoren auf individuelle und Altersverschiedenheiten je nach Befunden an alten und jungen Personen zurückführbar sind, oder ob sie sich vielleicht dadurch erklären, dass der eine Autor nur Stellen nahe dem Insertionsrande der Klappen, der andere solche aus der Mitte oder vom freien Rande oder gar pathologisch veränderte Klappen untersucht hat. Die Atrioventrikular-Klappen von Erwachsenen, welche wir zu untersuchen Gelegenheit hatten, sind viel reicher an elastischem Gewebe als die des Neugeborenen und ihr Verhalten deckte sich im wesentlichen mit der Schilderung v. Köllikers. Jedenfalls enthält die ganze Klappe in allen ihren Teilen reichliches elastisches Gewebe, das wir bis zum freien Rande finden. An der Atrioventrikularklappe des Erwachsenen hängt also die Elastika des Endokards der Kammerfläche mit der Elastika der Vorhofsfläche der Klappe zusammen.

ad 3. Für unsere Kenntnisse der Struktur der arteriellen Faserringe und der Semilunarklappen wurde Luschka (67) in einer zweiten Arbeit massgebend. Seine Schilderung haben spätere Autoren, soweit sie sich über die von Luschka berührten Punkte überhaupt aussprechen, in allen wesentlichen Punkten angenommen. In dieser Arbeit bringt Luschka beim Versuche des Nachweises, dass die arteriellen Faserringe zum grössten Teile aus der arteriellen Gefässwand hervorgehen sollen, wichtige Bemerkungen über den Bau der Semilunarklappen und über das Verhalten des elastischen Gewebes in Ring und Klappen.

Er schildert die Faserringe nach Präparaten von getrockneten, mit Essigsäure behandelten Schnitten, als bestehend aus einem Netzwerk von meist bogenförmig verlaufenden Fasern und Faserbündeln, die sich in feinere Bündel und Fibrillen auflösen, und die er ihrer chemischen Reaktion nach als eine Mittelstufe zwischen elastischem Gewebe und Bindegewebe betrachtet. Dazwischen finden sich Bindegewebszellen und elastische Fasern.

Namentlich die Media der gegen die Faserringe zu dünner werdenden arteriellen Gefässe liefere das Netzwerk des Faserrings. Eine grosse Anzahl der Länge nach verlaufender elastischer Fasern strahle teils frei in das Gewebe des Annulus fibrosus, teils in die Anfänge jener Faserzüge aus.

Der grösste Teil vom Gewebe des arteriellen Faserringes diene zur Insertion von Muskelfasern des Herzfleisches; ein kleiner Teil erstrecke sich aber auch noch zuweilen zwischen die Blätter der halbmondförmigen Klappen und abwärts in den unmittelbar unter dem Ostium arteriosum befindlichen Abschnitt des Endokardiums der Ventrikel.

Bezüglich des elastischen Gewebes der Semilunarklappen erwähnt er eine aus feinsten Fibrillen bestehende Schicht auf der Klappenfläche (a. a. O. S. 547). Einwärts von diesen finden sich breitere, isolierte und zu Netzwerken verschmolzene elastische Fasern in querer und longitudinaler Anordnung als Abkömmlinge der mittleren Arterienhaut und ihrer gefensterten Lamellen. Das Gewebe der beiden elastischen Blätter geht ganz allmählich über in die mittlere Substanz der Klappe, die aus einer Fortsetzung des Faserringes besteht und ausserordentlich reich an elastischen Fasern sein soll, welche vorwiegend in querer, sparsamer in longitudinaler Anordnung verlaufen.

Seit dieser Schilderung fasst man die Semilunarklappen als durch vom Faserringe abgehende fibröse Platten — unsere Klappenplatte — gestützte und verstärkte Duplikaturen des Endokards und der Gefässwand auf. Kölliker (56), Henle (57), Ranvier (59)

u. a., die genauere Angaben über die Struktur der Klappen machen, fügen noch bei, dass die Ventrikelfläche der Klappen einen dickeren und an elastischen Fasern reicheren Endokardüberzug habe als die Bulbusfläche. Nach Henle (57) nimmt die Schichte der elastischen Fasern im Endokardüberzug sogar ungefähr die Hälfte der ganzen Klappe ein, während die andere, mit der inneren Auskleidung der Arterie in Verbindung stehende Schicht ein an elastischen Fasern armes Bindegewebe sei. Dabei wird a. a. O. S. 28 und 35 auf die Fig. 22 S. 29 verwiesen, die einen Durchschnitt der A. pulmonalis und ihrer „Wurzel", so nennt Henle bekanntlich den Faserring, parallel zur Längsachse des Gefässes und senkrecht auf die Klappe giebt, auf die wir noch weiter zurückkommen werden.

Abbildungen von Längsschnitten durch die arteriellen Faserringe mit Arterienbulbus und Klappen geben ferner Luschka (67) von der Aorta (a. a. O. Fig. 1), Joseph (69) (a. a. O. Fig. 12) von der Pulmonalis, Schäfer (61) (a. a. O. Fig. 143 S. 132) und Benda (70) (Taf. XVI Fig. 3), beide von der Aorta und ihren Klappen. Alle übrigen Autoren beschränken sich auf kurze und allgemein gehaltene Notizen.

Von sämtlichen Abbildungen entspricht nur die letzte den thatsächlichen Verhältnissen, berücksichtigt aber nicht das Verhalten der elastischen Elemente. Die älteren, nach getrockneten und mit Essigsäure behandelten Schnitten gegebenen Abbildungen genügen unseren heutigen Ansprüchen nicht mehr. Die Henlesche Abbildung beschreibt den Faserring oder die „Arterienwurzel" als kurzes Rohr, während diese Bildung etwa einen dreiseitigen Ring mit peripherer, arterieller und gegen das Kammermyokard gerichteter Fläche und klappenwärts gerichteter Kante darstellt.

Nach unseren Präparaten konstituieren sich die arteriellen Faserringe durch die in eine dichte fibröse Lage zusammengefassten Bündel der interstitiellen, zwischen den Myokardbündeln der

Kammer verlaufenden Bindegewebszüge, die gegen den Faserring zu ausserordentlich an Masse zunehmen und sich verdichten. Ausserdem hängen mit dem Faserring Bindegewebsbündel zusammen, die zunächst noch als ziemlich derbe Züge die Koronargefässe umscheiden und dann zum Teil in die Adventitia der grossen arteriellen Stämme, zum Teil in die bindegewebige Grundlage des Kammerendokards übergehen. Der Faserring der Aorta hängt bekanntlich auch teilweise mit der Pars membranacea des Ventrikelseptums zusammen. Von dem Arterienbulbus her wird der Faserring durch spärliches, zwischen den elastischen und muskulösen Elementen des Bulbus vorhandenes Bindegewebe verstärkt. Die arteriellen Faserringe sind also durchaus nicht so schlechtweg der Arterienwand zugehörige Bildungen, wie Luschka will. In wie weit dieselben der Arterienwand zugehörig oder mehr oder weniger selbständige Bildungen sind, wollen wir hier nicht weiter untersuchen. Die Klappenplatte der Valvulae semilunares besteht im Gegensatze zum eigentlichen sehnigen Faserring beim Neugeborenen noch aus zellen- und kernreichem Bindegewebe, in welches der Rand des Faserringes sich auflockernd allmählich übergeht. Der Überzug dieser Platte, deren knötchenartige Verdickungen als Noduli der Klappen bekannt sind, liefert auf der Kammerfläche das Kammerendokard, auf der Bulbusfläche zum grössten Teil die Intima der Arterien. Die arteriellen Faserringe selbst finden wir im Gegensatz zu manchen der angeführten Autoren wie die Atrioventrikularringe auf den ersten Blick sehr arm an elastischen Fasern. Man kann sagen, dass die dem Kammermyokard anliegende Hälfte des Rings überhaupt keine elastischen Fasern enthält. Letztere sind nur auf die an den Arterienbulbus grenzende Region des Ringes beschränkt. Bei starker Vergrösserung aber zeigt sich doch eine beträchtliche Menge, allerdings ausserordentlich feiner elastischer Fasern, und man kann darüber im Zweifel sein, ob man dieselben nicht schon den elastischen Elementen des Arterien-

bulbus zuzurechnen hat, da sie, soweit sie in Gestalt von cirkulär verlaufenden Faserbündeln zur Beobachtung kommen, sich allmählich und ohne jede scharfe Grenze zwischen den elastischen Netzen und Membranen der Arterienwand verlieren.

Etwas reicher an elastischen Fasern als der Pulmonalring erweist sich der Aortaring, von welchem aus auch elastische Faserbündel in den fibrösen Teil der Pars membranacea des Kammerseptums zu verfolgen sind. Hauschka (71), der bekanntlich diese zuerst von Peacock als etwas normales erkannte Stelle näher beschrieb, betrachtete diese muskelfreie Region des Kammerseptums irrtümlicherweise als nur aus den beiden aneinandergelagerten Endokardblättern der Ventrikel bestehend. Da dieselbe aber die Verbindung zwischen den beiden Atrioventrikularringen und dem Aortenring bildet, findet sich zwischen beiden Endokardtapeten der Kammern eine starke, früher von Luschka (67) und Joseph (69) irrtümlicherweise als „elastisch faserknorpelich" beschriebene Platte, die, soweit sich aus meinen Präparaten ersehen lässt, wohl ziemlich reich an elastischen Fasern ist, aber selbstverständlich nur aus fibrösem Gewebe und nicht aus Knorpel besteht.

Als zweifellos zum Arterienbulbus gehörig betrachten wir die radiär in die Faserringe einstrahlenden und sich in ihnen verlierenden Bündel ebenfalls sehr feiner elastischer Fasern, die peripher mit Sicherheit in die Adventitia des Arterienbulbus verfolgt werden können, und die am Faserring der Aorta etwa um die Hälfte stärker sind als an dem der Pulmonalis.

Nicht eine Spur eigener elastischer Fasern enthalten die Klappenplatten an der Pulmonalis, wie ich in Übereinstimmung mit Joseph (69) am Herzen des Neugeborenen im Gegensatz zu den Klappen des Erwachsenen finde.

Das elastische Gewebe der Semilunarklappen beschränkt sich im wesentlichen nur auf die Kammerfläche derselben und gehört der sie überziehenden Fortsetzung des Kammerendokards allein an.

Das Kammerendokard ist unter dem Aortenring etwas reicher an elastischen Elementen als in dem übrigen Ventrikel. Vor allem finden sich in dieser Gegend auch zahlreiche, cirkulär verlaufende Faserbündel zwischen den mehrfach geschichteten elastischen Netzen. Auf die Klappe selbst geht aber nur eine relativ dünne, haarscharf begrenzte Elastika über, ausser welcher noch eine oberflächliche, dicht unter dem Epithel der Kammerfläche der Klappe gelegene, aus Längsfasern bestehende und eine tiefere Schicht cirkulärer Fasern deutlich unterschieden werden kann.

Gegen die Mitte der Klappe zu lockert sich die Elastika unter allmählicher Abnahme ihrer Dicke auf, und ihre einzelnen Fasern, respektive Faserquerschnitte sind nun, namentlich an der Aortenklappe, bequem zu unterscheiden. Gegen den freien Rand der Klappen zu verlieren sich die pinselartig aufgefaserten elastischen Bündelchen in der Pulmonalis vollkommen. In den Semilunarklappen der Aorta dagegen sammeln sich die Fäserchen wieder etwas und bilden eine lockere, Schichte, die sich noch eine Strecke weit auf die Bulbusfläche der Klappen verfolgen lässt, sich dann aber spurlos durch Auffaserung in ihre einzelnen Fibrillen verliert, ohne mit der der Gefässintima entstammenden Elastika der Aortenklappen überhaupt zusammenzuhängen.

Die Klappenplatte enthält nur sehr wenige von dem Endokard, respektive Intimaüberzug herstammende und in sie ausstrahlende elastische Fäserchen. Die Noduli entbehren jeder Spur von elastischem Gewebe.

Die innerste, epithelbedeckte, gefensterte Membran, welche die Intima des Arterienbulbus beim Neugeborenen bildet, verjüngt sich gegen den Faserring zu, ihre Lücken werden mehr quer gestellt und immer enger. Im Bereiche des Faserringes besteht sie nur mehr aus einzelnen, cirkulär verlaufenden, eng

aneinander liegenden, quergeschnittenen Fasern, die an den Pulmonalklappen überhaupt nicht auf die eigentliche Klappe übertreten, an den Aortenklappen aber, vermischt mit neu auftretenden, longitudinal verlaufenden, sehr feinen Fäserchen bis in die Nähe des freien Randes zu verfolgen sind, ohne jedoch mit den elastischen Elementen des Kammerendokards zusammenzuhängen. Beide sind vielmehr an den Aortenklappen durch eine nur schmale, keine elastischen Fasern enthaltende Zone auf der Bulbusfläche der Klappe von einander getrennt. An den Pulmonalklappen vergrössert sich diese von elastischen Elementen freie Zone zur ganzen Bulbusfläche der Klappen.

Die Semilunarklappen des erwachsenen Individuums zeigen nicht unbedeutende Abweichungen von den beim Neugeborenen geschilderten Verhältnissen. Abgesehen von der Grössenzunahme der Klappen und des arteriellen Faserringes ist in beiden eine ganz bedeutende Zunahme der elastischen Elemente zu verzeichnen. Luschka (67) spricht von einer sich leicht zusammenrollenden Längsfaserhaut, die in gleicher Dicke und Anordnung am äusseren und inneren Blatte der Klappe vorkommen soll. Einwärts von ihr fänden sich breitere isolierte und zu Netzwerken verschmolzene elastische Fasern in querer und longitudinaler Richtung, die seiner Meinung nach Abkömmlinge der mittleren Arterienhaut sind. Zwischen diesen träfe man auch da und dort Fragmente einer glashellen oder gefensterten Membran. Das Gewebe der beiden elastischen Blätter gehe ganz allmählich in die Fortsetzung des Faserrings, also in unsere „Klappenplatte“ über. Diese bestehe aus spiralig von elastischen Fasern umwickelten fibrösen Zellstoffbündeln. Meine Präparate stimmen nicht ganz mit der Luschkaschen Schilderung.

Die cirkulären elastischen Fasern im arteriellen Ringe reichen in gleicher Anordnung auch noch ein Stück weit als ziemlich geschlossene Lage in das Insertionsgebiet der Klappenplatte

hinein, die selbst aus groben, sich durchflechtenden fibrösen Bündeln besteht, welche von sehr feinen, vorwiegend der Anordnung dieser Bündel folgenden, elastischen Fasernetzen umsponnen sind. Der Verlauf der fibrösen Bündel wird etwa von der Mitte der Klappen, von der sogenannten Klappenleiste ab, jenseits der sich die Klappe bedeutend gegen den freien Rand hin verdünnt, mehr und mehr cirkulär, indem an Stelle der Längsbündel immer neue transversale Bündel auftreten. Damit ändert sich auch die Verlaufsrichtung dieser umspinnenden elastischen Fasern, die vorwiegend der Längsachse der Bündel in ihrem Verlaufe folgen. Ihre Dicke und ihre Menge nimmt gegen den freien Rand beträchtlich zu, während das fibröse Gewebe sich reduziert. Am zahlreichsten und fast ausschliesslich in transversalem Verlaufe findet man elastische Fasern im Nodulus des freien Klappenrandes, wie dies Böhm und v. Davidoff (63) richtig bemerken.

Das Verhalten der elastischen Elemente im Überzuge der Klappenplatte ist verschieden auf der Bulbusfläche und Kammerfläche der Semilunarklappen. An der Bulbusfläche ist eine eigene Platte oder Schichte nicht vorhanden. Äusserst feine elastische Fasern bilden ein sehr lockeres, mehrfach geschichtetes subepitheliales Netzwerk, das ohne scharfe Grenzen mit den elastischen Fasern der Klappenplatte zusammenhängt und mit dem Längendurchmesser seiner Maschen vorwiegend transversal angeordnet ist. Erst von der Mitte der Klappen ab gegen den freien Klappenrand zu wird das Gefüge dichter, der Faserquerschnitt gröber, und die ganze Schichte geht ohne scharfe Grenze in das elastische Gefüge des Nodulus über.

Der an elastischen Elementen weitaus reichste Teil ist der die Kammerfläche der Klappen bekleidende Überzug. Statt der beim Neugeborenen beschriebenen dünnen, kutikulaähnlichen Elastika an dieser Seite findet sich

eine dicke, etwa 1/4 des ganzen Klappenquerschnittes ausmachende, fast nur aus elastischen Fasern und gefensterten Membranen bestehende Schichte, welche sich aus den vom Kammerendokard her in sie einstrahlenden elastischen Elementen aufbaut. In ihren oberflächlichen Lagen fällt bis etwa gegen die Klappenleiste zu der fast ausschliessliche Längsverlauf der diese Platten aufbauenden gegen den freien Klappenrand zu ausstrahlenden Bündel auf, die immer feiner werden und sich, nachdem sie etwa die Klappenmitte erreicht haben, ebenso auffasern, wie dies oben beim Neugeborenen beschrieben wurde. Nachdem schon zwischen den einzelnen Längsfaserlagen querverlaufende und gegen die Klappenplatte zu immer stärker werdende elastische Faserbündel aufgetreten sind, folgt dann dicht an der Klappenplatte ein lockerer Filz elastischer Elemente, der sich mehr gegen die Mitte der Klappe zu in mattenartig sich durchflechtende Längs- und Querbündel ordnet. Von der Mitte der Klappe an treten nur cirkulär verlaufende nicht mehr geflechtartig verbundene elastische Fasern auf, die sich gegen den freien Rand der Klappe zu derart häufen, dass sie zusammen mindestens die Hälfte des ganzen Nodulus ausmachen. Am freien Rande des Nodulus gehen die zuerst neben einander verlaufenden elastischen Elemente der konvexen Klappenfläche ohne scharfe Grenze in die elastischen Netze der Bulbusfläche über. An den Semilunarklappen des Erwachsenen hängen also im Gegensatze zu denen des Neugeborenen die elastischen Elemente des Klappenüberzugs unter sich selbst und mit der Klappenplatte zusammen. Somit hängt dann auch indirekt durch Vermittlung der Klappen die Elastika des Kammerendokards mit der Elastika des Arterienursprunges zusammen.

Es zeigt sich auch an den Semilunarklappen wie an den Atrioventrikularklappen die schon von Joseph (a. a. O. S. 247)

und nach ihm von vielen späteren Autoren betonte Thatsache, dass die beim Klappenschluss stärkerer Dehnung ausgesetzte konvexe Klappenfläche weitaus reichlicher mit elastischen Fasern ausgestattet ist als die konkave Fläche, wenngleich beim Neugeborenen nicht in dem hohen Grade, wie dies Henle in seiner Fig. 22 abbildet. Ich betrachte somit, wie Joseph und Kölliker, die stärkere Entwickelung (a. a. O. S. 578) des elastischen Gewebes an der konvexen Klappenfläche als eine Konsequenz funktioneller Anpassung an die hier beim Klappenschluss wirkende stärkere Dehnung und kann Ranvier (a. a. O. S. 515) nicht beistimmen, wenn er im Gegensatze hierzu „die stärkere Reibung" des Blutes an diesen Stellen bei seiner Cirkulation durch das Herz als Grund für die Entwickelung einer stärkeren elastischen Schichte betrachtet.

Zur Darstellung des elastischen Gewebes der Blutgefässe hat sich die Orceintinktion womöglich noch besser bewährt als zur Darstellung der elastischen Elemente des Herzens.

Ein Vergleich der beiliegenden nach meinen Präparaten angefertigten Tafeln mit den einschlägigen bislang in der Litteratur vorhandenen Abbildungen beweist die Vorzüglichkeit des neuen Verfahrens den älteren gegenüber besser als eine lange Beschreibung. Die neuen Ergebnisse, welche ich in Bezug auf das Verhalten des elastischen Gewebes der Arterien und Venen erhielt, gedenke ich in einer weiteren Arbeit zusammenfassend zu besprechen und beschränke mich hier nur auf eine kurze Zusammenstellung der in dieser Arbeit erhaltenen Resultate:

1. Die Orceinmethode übertrifft an Einfachheit, Zuverlässigkeit, Vollkommenheit der Reaktion und Klarheit der Bilder alle bisher zur topographischen Darstellung der elastischen Elemente in den Blutgefässen und im Herzen benutzten Methoden.
2. Das Myokardium der Herzventrikel besitzt keine elastischen Fasern. Die im interstitiellen Gewebe sich vorfindenden

elastischen Elemente gehören nur der Adventitia der Myokardgefässe an.

3. Das Myokard der Vorhöfe ist dagegen sehr reich an elastischen Fasern und Fasernetzen, die ohne scharfe Grenze in die gleichen Elemente der grossen Venen übergehen.
4. Die elastischen Elemente des Epikards der Vorhöfe gehen direkt in die der Adventitia der grossen, ins Herz mündenden Venen über, während die des Kammerepikards sich im Verlaufe des Conus arteriosus verlieren, ohne in die Adventitia der Aorta und Pulmonalis überzugehen.
5. Die elastischen Elemente des Epikards erhalten bedeutende Zufuhr von elastischen Elementen der Adventitia der Koronargefässe.
6. Die elastischen Elemente des Endokards übertreffen in den Vorhöfen, namentlich im linken, die des Kammerendokards um mindestens das zehnfache; während sie in diesen nur aus Fasern und Fasernetzen bestehen, setzen sie sich dort auch aus gefensterten Membranen und spiralig die fibrösen Bündel umspinnenden Fasern zusammen.
7. An den muskelfreien Buchten der Herzohren und Vorkammern bilden die elastischen Elemente des Endokards und Epikards aufs innigste verwebt eine unmittelbar zusammenhängende Schicht, welche allein den Verschluss nach aussen bildet. Eine Scheidung in elastische Elemente des Endokards und Epikards ist hier nicht möglich.
8. Die fibröse, den Klappenringen entstammende Grundlage der sämtlichen Herzklappen, die Klappenplatte, besitzt keine elastischen Fasern beim Neugeborenen, wohl aber beim Erwachsenen. Die elastischen Elemente der Klappenplatte stammen teils von den elastischen Elementen des Faserringes, teils von den die Klappen bekleidenden Überzügen. Zum Teil gehören sie der Klappenplatte selbst an. Die

Elastika der Klappen ist stets stärker auf der Klappenfläche, die beim Schluss stärker gedehnt wird, also bei den Atrioventrikularklappen auf der Vorhofs-, bei den Semilunarklappen auf der Kammerfläche.

9. Die elastischen Elemente des Endokards erleiden beim Neugeborenen auf den Atrioventrikular- und Semilunar-Klappen eine Unterbrechung. Die Elastika des Vorhofendokards hängt also nicht ununterbrochen mit der des Kammerendokards zusammen, ebensowenig die Elastika des Kammerendokards mit der Elastica intimae der Arterien. Beim Erwachsenen dagegen hat sich ein derartiger Zusammenhang ausgebildet.
10. Die venösen und arteriellen Faserringe sind beim Neugeborenen sehr arm, beim Erwachsenen dagegen sehr reich an elastischen Fasern.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Bonnet für die Anregung zur Bearbeitung des vorstehenden Themas und seine mir dabei geleistete Unterstützung, sowie Herrn Prosektor Dr. Kallius für Anfertigung der Photogramme meinen besten Dank zu sagen.

Litteratur.

1. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von Nicati und von Wyss. 1888, pag. 523.
2. Schiefferdecker und Kossel, Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers. I. Abteil. Braunschweig 1891, pag. 331.
3. Kühne, Untersuchungen aus dem physiologischen Institut der Universität Heidelberg. I. Bd., H. 2.
4. Stirling, Leipziger Berichte 1875.
5. Kühne und Ewald, Die Verdauung als histologische Methode. Verhandlung des naturhistorischen medizinischen Vereins zu Heidelberg. I. Bd., H. 5, pag. 541.
6. Ewald, Zur Histologie und Chemie der elastischen Fasern und des Bindegewebes. Zeitschrift für Biologie, XXVI. Bd., 1889.
7. Burg, Beitrag zur mikrochemischen Analyse. Veränderung einiger Gewebe und Sekrete durch Magensaft. Inaug.-Diss. Greifswald.
8. Schwalbe, Beiträge zur Kenntnis des elastischen Gewebes. Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. II. Bd.
9. Pfeuffer, Die elastischen Fasern des Ligamentum nuchae unter der Pepsin- und Trypsinverdauung. Archiv für mikr. Anatomie, XVI. Bd., pag. 17.
10. Unna, Monatschrift für praktische Dermatologie. II. Bd., H. 7—8, 1883, pag. 218.
11. Mall, F., Das retikulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Abhandlung der math.-phys. Klasse der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaft, 44 pag., 11 Taf., 1891.
12. Kuskow, Beiträge zur Kenntnis der Entwickelung des elastischen Gewebes im Ligamentum nuchae und im Netzknorpel. Archiv für mikr. Anat., XXX. Bd., pag. 32—38, I Taf., 1877.
13. Hertwig, O., Über die Entwickelung und den Bau des elastischen Gewebes. Arch. für mikr. Anat., IX. Bd., pag. 80, Taf. VII.
14. Gerlach, L., Über Anlage und Entwickelung des elastischen Gewebes. Morphol. Jahresbuch, IV. Bd., Suppl., pag. 87, 1878.

15. v. Ebner, Über den Bau der Aortenwand etc. Rollets Untersuchungen 1870. Graz, H. 1, pag. 36.
16. v. Ebner, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften. LXXII. Bd., 1874.
17. Renaut, Recherches anatomiques sur le tissu élastique des os. Archiv de Physiol. 1875, pag. 536.
18. Schäfer, Quarterly Journal of microscopical sciences. 1878, pag. 135.
19. Baltzer, Archives de Physiologie. 1882, pag. 314.
20. Unna, Monatschrift für prakt. Dermatologie, V. Bd., Nr. 6, 1886, pag. 24.
21. Lustgarten, Wiener med. Jahrb. Neue Folge 1886.
22. Manchot, Über die Entstehung der wahren Aneurysmen. Inaug.-Diss. Strassburg 1890.
23. Zwingmann, Das elastische Gewebe der Aortenwand und seine Veränderungen bei Sklerose und Aneurysma. Inaug.-Diss. Dorpat 1891, pag. 11.
24. Martinotti, F., Un methodo simplice per la colorazione delle fibre elastiche. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, IV. Bd., 1887, pag. 31.
25. Griesbach, ibidem, IV. Bd., 1887, pag. 442.
26. Ferria, ibidem, V. Bd., 1888, pag. 341.
27. Heller, Genese der elastischen Fasern im Netzknorpel und Nackenband. Diss., Berlin 1887 und Monatsschrift für praktische Dermatologie, XIV. Bd., 1892, pag. 217.
28. Acconci, Contribution à l'étude de l'anatomie et de la physiologie de l'uterus pendant la gestation et dans la parturation. Giornale della R. Accademia di Medicina del Torino 7—8, 1890, pag. 641.
29. Dührssen, Beitrag zur Anatomie, Physiologie und Pathologie der Portio vaginalis uteri. Arch. für Gynäkologie, XLI. Bd., 1891, pag. 259—294, 2 Taf.
30 Gallenga, Ateneo medico Parmense anno 4, fasc. 3—4.
31. Carbonelli, Giornale della R. Accademia di Med. di Torino Nr. 5, pag. 324—325, 1893.
32. Mibelli, Di un methodo simplice per la dimonstratione delle fibre elastiche della pelle. Monitore zoologico italiano I, pag. 17—22, 1890 und Giornale italiano delle malattie venere et de la pelle, fasc. 2, gingno 1893.
33. v. Kölliker, Der feinere Bau des Knochengewebes. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XLIV. Bd., pag. 21.
34. Köppen, Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, VI. Bd., pag. 473, 1889, VII. Bd., pag. 22—25.
35. Burci, Di un methodo rapido di colorazione delle fibre elastiche. Atti della societa Toscana dei scienze naturali. Seduta maggio 1891 und Atti del XIV Congresso dell Associazione Medica italiana, pag. 423.
36. Hansen, F., Über Bildung und Rückbildung elastischer Fasern. Virchows Archive, CXXXVII. Bd., 1894, pag. 25—50.
37. Yunge, Arch. für Ophthalmologie, V. Bd., 1859, pag. 137.
38. v. Recklinghausen, Die Lymphgefässe und ihre Beziehungen zum Bindegewebe. Berlin 1862, pag. 59 ff.
39. Adler, Zeitschrift für rationelle Medizin. XXI. Bd., pag. 160, 1860.

40. Blaschko, Monatsschrift für praktische Dermatologie, V. Bd., 1886.
41. Lewin, Ibidem. Ergänzungsheft 1887, Nr. 1.
42. Martinotti, Carlo, De la réaction des fibres élastiques avec l'emploi du nitrate d'argent. Rapports entre le tissu musculaire et le tissu élastique. Archives italiennes de biologie Tome XI, fasc. 2, pag. 253—271, 2 Taf., 1889.
43. Martinotti, G., Le fibre nervoso del fegato et della milza etc. Giornale della R. Accademia die Medicina di Torino, 1886, fasc. 1.
44. Tartuferi, Nouvelle imprégnation métallique de la cornée. Anatomischer Anzeiger, V. Bd., 1890, Nr. 18, pag. 524.
45. Herxheimer, Ein neues Verfahren für die elastischen Fasern der Haut. Fortschritte der Medizin, IV. Jahrg., 1886, pag. 785.
46. Wolters, Beitrag zur Kenntnis der Sklerodermie. Arch. für Dermatologie und Syphilis 1892, S. A., 83 pag., 1 Taf.
47. Heidenhain, M., Über Kern und Protoplasma. Festschrift Herrn Geheimrat A. v. Kölliker zur Feier seines 50jährigen Doktorjubiläums, gewidmet vom anatomischen Institut zu Würzburg 1892, pag. 119, Fussnote.
48. Unna, Notiz, betreffend die Taenzersche Orceinfärbung elastischen Gewebes. Monatsschrift für praktische Dermatologie, XII. Bd., 1891, pag. 394—396.
49. Unna, Zur Kenntnis des elastischen Gewebes der Haut. Dermatologische Studien, H. III, 1887, pag. 60.
50. Zenthöfer, Topographie des elastischen Gewebes in der Haut des Erwachsenen. Dermatologische Studien, H. XIV, 1892.
51. Sederholm, Verhandlungen des biologischen Vereines in Stockholm. III. Bd., H. 8, 1891, pag. 155.
52. Behrens, Zur Kenntnis des subepithelialen elastischen Netzes der menschlichen Haut. Inaug.-Diss., Rostock 1892.
53. Sechi, Gazetta delli Ospitali 1893, Nr. 68, pag. 714.
54. Baiardi, Zur vergleichenden Histologie der Iris. Gazetta medica di Torino 1893, Nr. 37.
55. Sperino, Sulla dispositione dell tessuto elastico nel' letto ungueale. Giornale della Reale Accademia di medicina di Torino. Vol. XLI., fasc. 8—12.
56. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl., 1867, pag. 575.
57. Henle, Handbuch der Gefässlehre des Menschen. 2. Aufl., 1876.
58. Toldt, Handbuch der Geweblehre. 2. Aufl., 1894.
58a. Langer-Toldt, Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie. 5. Aufl., 1892, pag. 446.
59. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von Nicati und Wyss, 1888.
60. Klein, Grundzüge der Histologie. Deutsche Ausgabe, bearbeitet von Dr. A. Kollmann, 2. Aufl., 1890.
61. Schäfer, Histologie für Studierende nach der zweiten englischen Auflage; übersetzt von W. Krause, 1889.
62. Stöhr, Lehrbuch der Histologie. 6. Aufl., 1894.
63. Böhm und Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen etc. 1895.
64. Schweigger-Seydel in Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben, 1871, I. Bd., pag. 182.

65. Schenk, Grundriss der normalen Histologie des Menschen für Ärzte und Studierende. 1885.
66. Luschka, Virchows Archiv. IV. Bd., pag. 171, 1852.
67. Luschka, Die Struktur der halbmondförmigen Klappen des Herzens. Arch. für physiologische Heilkunde. Jahrgang 1856, pag. 537.
68. Retterer und Robin, Sur la distribution des fibres élastiques dans les parois artérielles et veineuses. Robin und Pouchet. Journal de l'anatomie etc., pag. 116—139, 1884.
69. Joseph, Über die Ringe und Klappen des menschlichen Herzens. Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. XIV. Bd., pag. 244, 1858. Enthält auch die ältere Litteratur über die Klappenapparate des Herzens.
70. Benda und Paula Günther, Histologischer Handatlas. Leipzig und Wien. Franz Deutike 1895.
71. Hauschka, Wiener Wochenschrift 1885, Nr. 9.